© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

II. Band. 1. September 1882. **Nr. 13.**

Inhalt: **Klebs**, Ueber Symbiose ungleichartiger Organismen. — **Solger**, Ueber wichtigere Lebenserscheinungen bei Actinien und verwandten Formen, sowie über einige diesen Tieren eigentümliche chemische Körper. — **Retzius**, Das Gehörorgan der Wirbeltiere. Morphologisch-histologische Studien. — **Koch**, Die Aetiologie der Tuberkulose. — Anzeige.

Ueber Symbiose ungleichartiger Organismen[1]).

Von **Georg Klebs** (Würzburg).

Symbiose mit gegenseitiger Anpassung.

Wie in der Einleitung schon hervorgehoben, sollen hier diejenigen Fälle von Symbiose ungleichartiger Organismen besprochen werden, in welchen die beiden Symbionten, die Genossen, sich einander gegenseitig mehr oder minder bedingen, das Zusammenleben für beide konstant, für jeden ein specifischer Charakter geworden ist. Meistens sind es fern im System von einander stehende Organismen, sei es innerhalb des Tier- oder Pflanzenreichs, bisweilen Organismen der beiden Reiche, die diese höchst eigenartigen Vergesellschaftungen bilden. In manchen Fällen ist es ein einfaches Aufeinanderleben der Organismen; in andern treten bestimmte Formveränderungen des einen resp. beider ein, die in notwendigem Zusammenhang mit der Art und Weise des Zusammenlebens stehen. Die Genossen bedingen sich nicht immer in gleichem Maße; vielmehr erkennt man meistens, dass der eine viel notwendiger an das Leben des andern gebunden ist, als dieser an jenen und gerade diese Tatsachen führen dazu, den ersten Veranlasser des symbiotischen Verhältnisses zu erkennen und dieses selbst als eine weiter ausgebildete Erscheinung der Symbiose mit zuerst einseitiger Anpassung aufzufassen. Bald ist es mehr der Raum-

1) Vergl. Nr. 10 und 11 dieser Zeitschrift.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bald mehr der Nahrungsparasitismus, der zu dem Verhältniss geführt hat. Es kann sich aus der zuerst gegenseitigen Anpassung eine gegenseitige Dienstleistung herangebildet haben, aber beides ist nicht notwendig mit einander verbunden. Es gibt Fälle, wo der Parasit, der schließlich so konstant in seinem Wirt sich findet, dass letzterer ohne denselben nicht mehr vorkommt, auch dem Wirt gewisse Gegendienste leistet, gleichsam zu einem Organ desselben geworden ist; aber dass es auch Fälle gibt, in denen ein solcher Mutualismus noch nicht hervorgetreten ist, resp. überhaupt niemals hervortritt, das beweisen genugsam eine ganze Reihe symbiotischer Verhältnisse, bei denen zwar die gegenseitige Anpassung sehr auffallend zu erkennen ist, nicht aber eine Gegenseitigkeit in der Dienstleistung, wenn man nicht grundlosen Hypothesen anheimfallen will. Diese Fälle hängen auf das Innigste mit früher besprochenen zusammen. Es wurde schon hervorgehoben, wie jene blaugrünen Algen, die Nostocaceen etc. besonders gern in die Gewebe höherer Pflanzen kriechen. Die Nostocformen, die in Lebermoose an bestimmte Stellen hineinwandern, sind noch nicht absolut konstante Bewohner ihrer Wirte, aber außerordentlich häufig in denselben zu finden, ebenso wie der *Nostoc*, der in Cycadeenwurzeln eindringt. Ein konstantes Zusammenleben hat sich aber schon für eine andere Nostocacee herausgebildet, die in den unterirdischen Rhizomen der *Gunnera*arten [1]) lebt. Hier im Innern der Gewebe, oft durch dicke Zellschichten von der Außenwelt getrennt, muss die Alge, beschränkt in ihrer eigenen Assimilationstätigkeit, ihrem Wirt auch Nahrungsbestandteile entziehen. Sie verhält sich ihm gegenüber wie ein Parasit, aber wie ein solcher, der notwendig zu seinem Leben gehört. Der Grad der Anpassung beider Organismen an einander ist wahrscheinlich noch nicht sehr hoch; der Nostoc kann vielleicht bei sorgfältiger Kultur ohne die Gunnera existiren, ebenso wie diese ohne jenen; doch sind Untersuchungen darüber noch nicht gemacht. Noch eigenartiger ist die Symbiose einer andern Nostocacee, einer *Anabaena* mit der zu den farnartigen Gewächsen gehörigen Rhizocarpee, der *Azolla* [2]). Alle bekannten Arten dieser über die ganze Welt zerstreut vorkommenden Gattung beherbergen in ihren Blättern Anabaenakolonien, die nach unsrer bisherigen Kenntniss nicht von einander specifisch verschieden sind. Diese sitzen in einer bestimmten Höhle des Blatts. An dem konkav eingekrümmten Vegetationspunkt eines Azollapflänzchens findet sich eine Gruppe Anabaenafaden, von denen, sobald ein junges Blatt gebildet wird, ein Teil in die für sie bestimmte Höhle desselben hineinwandert. Die ältern Blätter sterben successive ab; mit ihnen vergeht auch die *Anabaena*.

---

1) Vgl. Reinke, Morphologische Abhandlungen. Leipzig 1873.

2) Vgl. E. Strasburger, Ueber Azolla. Jena 1873. de Bary, Symbiose S. 11—13.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es ist erklärlich, dass man in betreff dieses merkwürdigen Verhältnisses von *Azolla* und Alge nach den Beziehungen beider sich gefragt hat. Während man sich nun sehr wol eine Vorstellung davon machen kann, dass die Alge wie ihre Verwandten den schützenden Raum, vielleicht auch gewisse Nahrungsbestandteile von ihrem Genossen erhält, lässt sich ein Gegendienst ersterer letzterm gegenüber nicht erkennen. Auch hier ist es die Alge, in der man den ersten Veranlasser des Verhältnisses erblicken muss, die ihren Genossen zu der gegenseitigen Anpassung allmählich im Lauf der Zeiten gleichsam gezwungen hat. Man muss sich vorstellen, wie dadurch, dass die Alge in das Gewebe der *Azolla* eingedrungen ist, ein Reiz für Formveränderungen der letztern entsteht, ebenso wie bei zahllosen andern Parasiten; wird der Reiz konstant, so muss auch die Formveränderung konstant werden und es kommt schließlich dazu, dass die *Azolla* aus innern Wachstumsursachen das tut, was die Cycadeenwurzel immer erst auf den äußern Anlass des Eindringens ihres Nostoc vermag — nämlich einen Raum schafft für die Entwicklung ihres Genossen, sei es auch nur, um von ihm keine weitern Einflüsse zu erleiden.

Entsprechend diesen Verhältnissen bei Pflanzen treten ähnliche Erscheinungen auch innerhalb des Tierreichs auf und auch hier zeigt sich der deutliche Zusammenhang mit früher besprochenen. Die Korallen sind ein sehr beliebter Aufenthaltsort für andere Tiere, die in ihnen leben, sei es des Raums oder der bequemern Nahrungsaufnahme wegen. Es war schon früher die Rede von einigen Krebsen, die wie *Hapalocarcinus* und *Cryptochirus* Korallen bewohnen, sogar sehr charakteristische Formveränderungen derselben veranlassen, ohne dass aber die Korallen selbst notwendigerweise stets mit ihrem Symbioten vorkommen. Ein solches konstantes Zusammenleben von einer Koralle mit einem andern Tier hat sich aber für die *Heteropsammia Michelini* [1]) und einem Wurm, einem *Aspidosiphon*, entwickelt. Er lebt in dem Fuß der Koralle und bewirkt durch sein Dasein eine starke Verbreiterung derselben, so dass er bedeutend den Kelch der Koralle überragt. Ferner zeigen sich an der Koralle eine Menge Löcher, die durch den Wurm hervorgerufen sind. Alles dieses sind Charaktere, die der *Heteropsammia* specifisch eigentümlich sind und welche sie von nah verwandten Arten, die keine Symbiose mit andern Organismen eingehen, unterscheiden. Nachdem also auch hier aus dem zuerst zufälligen Zusammenleben der beiden Organismen sich ein konstantes herausgebildet hat, ist die anfangs pathologische Formveränderung zu einem normalen Charakter geworden. Aehnlich verhält sich nach Semper [2]) auch die Symbiose der Koralle *Heterocyathus* mit einem zu den Sipunculiden gehörigen Wurm.

---

1) Semper, Existenzbedingungen II, S. 166—168.
2) loc. cit. II, S. 167.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie die Korallen werden auch die Schwämme von mannigfaltigen Tierformen bewohnt und es ist schon früher auf das sehr häufige, vielleicht konstante Vorkommen eines Krebses mit dem schönen Glasschwamm, der *Euplectella*, aufmerksam gemacht worden. Sehr gern an Schwämmen setzen sich die Polypen an, besonders die Arten von *Palythoa*. Eine Art derselben kommt nach Schmidt[1]) stets mit zwei Schwämmen der *Axinella ramosa* und *cinnamomea* vor: diese finden sich niemals ohne jene. Bekannter[2]) ist das Verhältniss der *Palythoa fatua* mit dem japanesischen Glasschwamm *Hyalonema mirabilis*, welches früher zu den merkwürdigsten Deutungen Veranlassung gegeben hat. Der Schwammkörper besitzt einen langen Schopf, der aus stricknadeldicken, an beiden Enden zugespitzten, spiralig um einander gedrehten Nadeln besteht, auf denen sich der Polyp ansiedelt. Von letzterm sagt Schmidt ausdrücklich, dass er sich weder von den Säften und Weichteilen des Schwamms ernährt, noch von dessen Nahrung zehrt; er verlangt von seinem Genossen nur Grund und Boden auf dessen Leib und verspeist, was ihm von auswärts das Glück zuführt. Man sieht, wie hier der Raumparasitismus innerhalb der Tierwelt zu einem so eigenartigen symbiotischen Verhältniss geführt hat, ähnlich wie es innerhalb der Pflanzenwelt hinsichtlich der *Azolla* und *Anabaena* geschehen ist.

Noch mehr dem letzten Fall entsprechend zeigt sich die Symbiose der Hornkoralle *Antipathes tilia* mit einem Ringelwurm, insofern als der eine Teil, — und zwar ist es auch hier wieder die Koralle, — bestimmte Formveränderungen durch den Einfluss des andern Symbionten erleidet. Die Koralle ist gezwungen, für den Wurm eine Röhre zu bauen, „welche durch abnorme, aber bei dieser Art absolut normal gewordene dünne Aeste der Polypen gebildet wird.“ Semper[3]) sagt dann weiter über diesen Fall: „eine abnorme durch veränderte Richtung des Wachstums hervorgerufene Eigentümlichkeit ist durch die Konstanz der bewirkenden Ursache zu einem konstanten, die Species charakterisirenden Kennzeichen geworden.“

Welche biologischen Einrichtungen bei solchen zusammenlebenden Tieren bestehen, damit die notwendig aneinander angepassten Genossen sich finden, ist noch ganz unbekannt.

Während bei den bisher erwähnten Fällen trotz der sehr ausgeprägten gegenseitigen Anpassung der beiden Symbionten doch immer die Beziehungen derselben zu einander wesentlich dieselben scheinen wie sie zwischen Gast und Wirt bei der Symbiose mit einseitiger Anpassung hervortreten, hat bei einer Reihe andrer Organismen sich eine höhere Form des Zusammenlebens herausgebildet, bei der die

1) Brehm, Bd. 10 S. 484.
2) Brehm, Bd. 10 S. 526.
3) Semper, l. c. II S. 174.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beiden Symbionten eine gegenseitige Anpassung zeigen, die in enger Verbindung mit einer gegenseitigen Förderung in ihrer Existenz steht: jeder derselben ist zu einem Organ des andern geworden; beide machen einen einheitlichen Organismus aus. Allerdings lässt sich vielfach auch hier noch erkennen, dass der eine der Organismen notwendiger an den andern gebunden ist, als dieser an jenen und dass im Zusammenhang damit von den einander bedingenden Organen das eine mehr den dienenden, das andere den genießenden Teil vorstellt. Besonders klar tritt diese Art der Symbiose bei dem Verhältniss von Pilzen und Algen auf, die zusammen die Flechten bilden und bei der Mannigfaltigkeit der Beziehungen, die je nach den Einzelfällen zwischen den Symbionten obwalten, erscheint hier auch die Zusammengehörigkeit mit früher besprochenen Erscheinungen der Symbiose sehr deutlich. Jetzt, wo eine solche Fülle verschiedenster symbiotischer Verhältnisse bekannt ist, kommt es sonderbar vor, wie sehr man sich aus rein dogmatischen Gründen gegen eine solche Auffassung gesträubt hat. Sie wurde bekanntlich zuerst von de Bary ausgesprochen[1]) von Schwendener wesentlich begründet[2]), von Reess[3]), Bornet[4]), Stahl[5]) etc. weiter ausgeführt[6]). Die Gründe für die Auffassung liegen hauptsächlich darin, dass die Flechten sich aus zwei verschiedenen Gewebselementen aufbauen, von denen das eine, ein reich verzweigtes Geflecht von Zellfäden bildend, die Charaktere von Pilzen trägt, das andere aus chlorophyllhaltigen Zellen, den „Gonidien", besteht, die vollständig ihrer wesentlichen Struktur nach mit frei lebenden Algen übereinstimmen. Die Bildung von Fortpflanzungszellen der Sporen entspricht ganz derjenigen bei bekannten Pilzfamilien. Die Gonidien hat man in einigen Fällen isolirt, längere Zeit frei kultivirt, und sie haben Fortpflanzungserscheinungen gezeigt, die mit dem Entwicklungsgang der Flechte nichts zu tun haben, sondern dieselben sind, wie sie die frei lebenden Algen aufweisen. Schließlich hat Stahl auch die Bildung einiger Flechten auf dem Weg der Kultur genau verfolgt, die Entstehung derselben aus keimenden Sporen, die gewisse Algenzellen umflechten, nachgewiesen, ja hat sogar eine Flechte dadurch synthetisch erzeugt, dass er die Sporen der einen Flechtenart

---

1) De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze. Leipzig, 1866. S. 291.

2) Schwendener, Die Algentypen der Flechtengonidien. Basel 1869. Erörterungen zur Gonidienfrage. Verh. d. Naturf. Gesellsch. Basel 1873.

3) Reess, Ueber die Entstehung der Flechte *Collema glaucescens*. Monatsberichte der kgl. Akademie. Berlin 1871.

4) Bornet, Recherches sur les gonidies des Lichens. Ann. d. Sc. nat. sér. V T. XIX.

5) Stahl, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. Heft 2. Leipzig 1877.

6) Reess hat das Wichtigste über die Flechtenfrage allgemein verständlich dargestellt in Virchow und Holtzendorf's Sammlung etc. XIV. Ser. 1879.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit den Gonidien einer andern zusammenbrachte. Es ist danach wol klar, dass man eigentlich nicht mehr von einer de Bary-Schwendener'schen Flechtentheorie sprechen darf: diese ist einfach eine Tatsache. Die Pilze, die bei dem Zustandekommen von Flechten eine Rolle spielen, gehören im Allgemeinen zu der Familie der Ascomyceten, von denen zahllose andere Formen saprophytisch in unsern Wäldern oder parasitisch auf höhern Pflanzen leben. Es ist hier wol hervorzuheben, dass die systematische Zusammengehörigkeit der Flechten, die zum großen Teil auf der Verwandtschaft der sie bildenden Pilze beruht, mehr ein sekundärer zufälliger Charakter ist, dass im Grunde der Flechtentypus eine wesentlich durch ihre biologischen Eigenschaften wol charakterisirte Pflanzenform darstellt, wie entsprechend bei den höhern Pflanzen uns gleiche Erscheinungen in den Kletter-, Fett-, Wasserpflanzen entgegentreten. Dafür spricht einmal, dass die Algen, die bei der Flechtenbildung in Betracht kommen, sehr verschiedenen Klassen angehören; es sind bald zu den echten Chlorophyllalgen, bald zu den Phycochromaceen gehörige Arten, teils die einzelligen, teils die mehrzelligen fadigen Formen beider Klassen. Das wesentlichste Erforderniss ist, dass die Algen fähig sind, außerhalb des Wassers zu wachsen. Gäbe es landbewohnende Florideen, würden wol auch sie Flechten zusammensetzen. Es gibt eine ganze Reihe von Fällen, in denen systematisch ganz nah stehende Arten von sehr verschiedenen Algen gebildet sind; so verhält es sich, um nur ein Beispiel anzuführen, bei der Gattung *Sticta*, zu der die auf unsern Buchen lebende Lungenflechte *St. pulmonacea* gehört; die einen Arten haben Nostocaceen, die andern Chroococcaceen, wieder andere Pallmellaceen. Dass aber auch die flechtenbildenden Pilze gar nicht notwendig gerade zu den Ascomyceten zu gehören brauchen zeigt die sehr interessante Tatsache, die Mattirolo[1]) neuerdings gefunden, dass nämlich auch Vertreter einer andern großen Pilzfamilie, der Basidiomyceten, der Hutpilze und Schwämme unserer Wälder, durch Symbiose mit Algen bestimmte Flechtengattungen hervorrufen. Das Merkwürdigste bei dieser Art der Symbiose ist, wenngleich es, wie aus Früherm ersichtlich, nicht alleinsteht, dass beide Symbionten sich gegenseitig in der Weise bedingen, dass ein ganz neuer Typus von Pflanzengestalt entsteht, der sich sowol von dem der Algen wie dem der Pilze sehr unterscheidet, und im engsten Zusammenhang mit der eigentümlichen Lebensweise der Genossenschaft steht. Die Flechten, in zahllosen Arten über die ganze Welt verbreitet, sind gerade in biologischer Hinsicht hochinteressant, und es ist nur zu bedauern, dass die so sehr einseitige systematische Richtung, der sie so lange Zeit anheimgefallen, so wenig Tatsachen über ihre Lebensverhältnisse ans

---

1) Mattirolo, Contribuzione allo studio del genere *Cora* Fries. Nuov. Giorn. bot. ital. vol. XIII, 1881. — Vgl. Biol. Cbl. Bd. I, S. 739.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Licht gefördert hat. Hier steht ein reiches Feld für neue Forschungen in Aussicht. So mannigfaltig auch im Einzelnen die Flechten erscheinen, dieselben Gestalten begegnen uns in den Tropen wie in den gemäßigten Zonen, im Norden wie im Süden. Eines ist bei ihrer geographischen Verbreitung sehr bemerkenswert: je mehr man sich den Gegenden nähert, wo die Witterungseinflüsse für die Vegetation immer ungünstiger werden, einen um so größern Raum nehmen die Flechten ein, um so wichtiger werden sie für die Physiognomie der Landschaft. Besonders ist es das ganze große Gebiet der arktischen Flora, in welchem sie eine so bedeutende Rolle spielen. Es ist bekannt, wie sie in jenen unwirtlichen Gegenden des nördlichen Russlands, Sibiriens, des arktischen Amerikas, die ungeheuern Flechtentundern bilden oft auf einem Boden, der wie Middendorf in seinem interessanten Reisewerk über Sibiren näher beschreibt, den größten Teil des Jahres festgefroren ist und selbst im höchsten Sommer nur wenige Zoll tief auftaut. Und je höher man in den Alpen hinaufsteigt, um so ausschließlicher werden Flechten die einzigen Vertreter lebender Wesen; weit über die Schneegrenze hinaus, auf den höchsten Alpengipfeln, dem Montblanc, dem Monte Rosa, hat man Flechten gefunden. Dabei leben sie immer nur auf dem unfruchtbarsten Boden, auf granitischen Felsen, auf kalkigem Gestein, auf dürrem Sand- und Haideboden, auf der vertrockneten Rinde von Bäumen. Wenn man sich so die Vegetationsbedingungen dieser merkwürdigen Organismen vergegenwärtigt, namentlich in jenen eisigen Gefilden des Nordens oder der Region des ewigen Schnees, so muss man erstaunen über ihre Lebenszähigkeit, über ihre Fähigkeit in jedem Moment in einen Stillstand der Vegetation einzutreten, wenn die äußern Umstände sich plötzlich so gestalten, dass jedes Leben vernichtet wird und in einem andern Moment wieder zum Leben zu erwachen, wenn der erste Sonnenstrahl sie trifft und ihnen, wenn auch ein kümmerliches, doch immer ein Leben ermöglicht. Wenn man nun die Formgestaltung dieser Flechten ins Auge fasst, so sieht man wie überraschend dieselbe in der Lebensweise ihre verständliche Ursache findet; nur durch die Vereinigung von Pilz und Alge ist ein Leben, wie es die Flechten führen können, und oft führen müssen, möglich; sie erlaubt es ihnen in dem Kampf um die Existenzbedingungen über alle jene an ähnlichen Standorten wachsenden Pflanzen wie Pilze, Algen, Moose etc. den Sieg davon zu tragen. Die Algen, durch ihren Chlorophyllgehalt zwar fähig im Licht durch Kohlensäurezersetzung organische Substanz zu bilden, vermögen dieses doch nur, wenn gewisse anorganische Bestandteile, die notwendig bei dem Assimilationsprocess mitwirken müssen, vorhanden sind und vor allem, wenn genügende Feuchtigkeit sie umgibt; beides ist schwer oder gar nicht auf der von Flechten meist bewohnten Unterlage für die Alge erreichbar. Die Pilze sind zwar fähig, durch ihre vielfach verzweigten, in allen Ritzen und Spalten der Unterlage

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

leicht eindringenden Zellfäden auch die geringsten Spuren vorhandenen Wassers an sich zu ziehen und selbst aus hartem felsigen Gestein die anorganischen Salze herauszulösen; sie brauchen aber notwendig vorgebildete organische Substanz. Es ist klar, wie aus der Vereinigung beider Organismen erst die Fähigkeit der Genossenschaft entspringt, auf solchen Standorten, auf denen die Flechten vorzukommen pflegen, zu leben. Da aber die Bildung der organischen Substanz doch immer das Wichtigste für das Leben ist, so sehen wir auch wie die äußere Form diesem Bedürfniss vor allem entspricht. Sachs[1]) hat neuerdings besonders darauf aufmerksam gemacht. Zwei Hauptformen treten aus der Mannigfaltigkeit der Flechten besonders hervor. Die einen besitzen einen flächenartig ausgebreiteten, den sog. laubartigen oder krustenförmigen Thallus; die andern einen vielfach zerteilten und damit auch dem Licht eine große Oberfläche darbietenden strauchförmigen Thallus auf: alles Formen der organischen Substanz, welche in den typischen Assimilationsorganen der Blätter der höhern Pflanzen als notwendige Folge ihrer Funktion am höchsten entwickelt sind und von andern Gestaltungen, z. B. den Pilzen, ganz verschieden sind.

Je nach den Einzelfällen entfalten sich sehr verschiedene Beziehungen zwischen den beiden Genossen, dem Pilze und der Alge. Der Grad der gegenseitigen Anpassung und der gegenseitigen Förderung hebt ganz allmählich von einem sehr lockern Verhältniss an, bei dem der eine der beiden Genossen, sei es der Pilz oder die Alge, den Parasiten des andern spielt bis zu jenem engsten Zusammenhang beider sich notwendig bedingenden Genossen. Die einfachsten Formen bieten die ungeschichteten oder homoeomeren Flechten dar, zu denen z. B. die Gallertflechten gehören, knorplig, gallertartig, laubartig, ausgebreitete Körper, die aus lockerm Pilzgewebe bestehen, in dem unregelmäßig zerstreute Algengonidien sich finden. Es sind meist Nostocaceen, die zum Teil ganz identisch sind mit freilebenden Formen; an diesen Flechten sind die ersten entscheidenden Kulturversuche von Reess, Bornet gemacht worden. Bei den bisher untersuchten Arten ist es der Pilz, der der Alge bedarf, sich von ihr ernähren lässt, diese selbst ist aber relativ unabhängig. Sehr wahrscheinlich tritt bei andern Formen auch der umgekehrte Fall ein, dass die Alge den Pilz aufsucht, wenn man sich der schon oft berührten Eigentümlichkeit der Nostocaceen erinnert in fremde lebende Gewebekörper hinein zu wandern und namentlich, wenn man die ebenfalls schon erwähnte Beobachtung in Betracht zieht, dass man in saprophytisch lebenden Ascomyceten, beispielsweise echten Pezizen, *Nostoc*kolonien findet, wie das mehrfach von mir gesehen. Zu den homoeomeren Flechten gehört aber noch eine andere eigentümliche Familie, die Byssaceen, die teils

1) In seinem Vortrag über Correlationen des Wachstums gehalten in der physikalisch-medicin. Gesellschaft zu Würzburg d. 22. Juli 1882.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in den Tropen, teils bei uns, wie z. B. *Ephebe*, vorkommen. Der Thallus ist strauchartig, von algenartigem Aussehen, und diese Gestaltung wird wesentlich durch die Wachstumsweise der reich verästelten Fadenalgen hervorgerufen, welche auf ihrer Oberfläche von Pilzhyphen überzogen sind. Auch hier ist das Verhältniss der beiden Genossen noch jedenfalls ein sehr lockeres, die gegenseitige Anpassung wenig ausgebildet. Ein viel innigeres Sichbedingen waltet zwischen den Symbionten bei den geschichteten oder heteromeren Flechten. Bei ihnen sind die Algen in einer besondern Gewebsschicht vereinigt, während andere Schichten, nur von Pilzgewebe gebildet, sie umgeben. In manchen Fällen lässt sich aber auch hier noch erkennen, wie der Pilz notwendiger an die Alge gebunden ist, als diese an jenen; es gelingt die Gonidien frei zu kultiviren, was bisher mit dem Pilz noch nicht gelungen, übrigens auch noch nie energisch versucht ist. Stahl hat nun gezeigt, dass in solchen Fällen die Alge während ihres Lebens in Gemeinschaft mit dem Pilz größer und stärker wird, als in freier Kultur. Noch mehr tritt aber die Notwendigkeit der Anpassung der Alge an das Zusammenleben für das Zustandekommen derselben bei der Bildung der Graphiden hervor; es sind diese die sog. unterrindigen Flechten, die zwischen den Rindenschichten lebender Bäume vegetiren. Wie Frank nachgewiesen hat, entwickelt sich aus den keimenden Flechtensporen ein nur aus Pilzfäden bestehendes Gewebe, welches für sich einige Zeit besteht. In dieses Gewebe wachsen nun die an gleichem Ort vorkommenden *Chroolepus*fäden hinein, verzweigte, mehrzellige, meist rotbraun gefärbte Algen; erst wenn dies geschieht kann der Thallus sich zu einer normalen Graphide entwickeln. Zu den am höchsten ausgebildeten Formen der Flechten gehören die zierlich ästigen Cladonien, die blattartig strauchige isländische Flechte *(Cetraria islandica)*, die reich verzweigten langen Bartflechten die Usneaceen; bei ihnen haben vielfach die Algen eine ganz veränderte Gestalt angenommen, wie sie bei den frei lebenden Verwandten nicht vorkommt; Kulturversuche sind mit ihnen bisher nicht gelungen; das Zusammenleben der beiden Symbionten hat sich hier zu dem höchsten Grad einer mit gegenseitiger Förderung verbundenen gegenseitigen Anpassung entwickelt.

Die Verbreitung und Erhaltung der Flechten wird in den meisten Fällen durch die sog. Soredien erreicht. Die Soredien sind kleine auf der Oberfläche des Flechtenthallus entstehende und leicht sich davon abtrennende Gewebekörper, die aus Elementen der beiden Symbionten bestehen, d. h. aus Pilzfäden, welche Algenzellen umschließen. In kolossaler Menge fortwährend von den Flechten erzeugt, überall hin zerstreut in Wind und Wetter, und fähig sofort wo die Vegetationsbedingungen nur überhaupt das Flechtenleben ermöglichen, zu diesen heranzuwachsen, spielen sie die wichtigste Rolle bei der Verbreitung. Außerdem bilden aber die Flechten in besondern Fruktifikationsorga-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nen Sporen, und zwar ist es der Pilz, von dem die Bildung derselben abhängt. In einzelnen Fällen finden sich in diesen Organen zugleich Algenzellen, die zusammen mit den Sporen aus den reifen Behältern entfernt werden; dadurch wird die Entstehung neuer Flechtenkörper leicht ermöglicht. Sehr vielfach werden dagegen die Sporen allein verbreitet; es bleibt dem Zufall überlassen, oder, wie bei den Graphiden, der Initiative der Algen, ob es gelingt die bestimmte Flechtenspecies, der sie angehören, zu der entsprechenden Ausbildung zu gestalten. Leider sind auch in dieser Beziehung unsre Kenntnisse sehr mangelhaft, da sorgfältige Untersuchungen fehlen.

Noch eine eigenartige aber sehr wenig untersuchte Symbiose zweier zu verschiedenen Klassen gehöriger Pflanzen ist zu erwähnen, nämlich das konstante Zusammenleben der humusbewohnenden und von den organischen Bestandteilen des Humus sich ernährenden phanerogamen Pflanzen, wie manchen Orchideen, dem Fichtenspargel etc., mit Pilzen[1]). Das Tatsächliche besteht darin, dass in den unterirdischen wurzelartigen Organen der Pflanzen sich in einer Gewebschicht dicht unter der Epidermis stets ein zartes Pilzmycelium aufhält. Die Zellen, in denen dasselbe vegetirt, zeigen noch die Eigentümlichkeit, dass sie von einer braunen gummiartigen Substanz erfüllt sind. Es drängt sich ohne Weiteres die Vorstellung auf, dass die Pilze von dieser braunen Substanz sich ernähren; vielleicht wirken sie wesentlich bei der Zersetzung resp. dem weitern Verbrauch der schwer zersetzbaren Humussubstanzen für die Existenz ihrer höhern Genossen mit. Doch sind nähere Untersuchungen bisher nicht angestellt.

Wie Pflanzen untereinander, so vereinigen sich auch in gewissen Fällen Tiere, die ganz verschiedenen Klassen angehören, zu einem gemeinsamen Leben, das auf gegenseitiger Förderung ihrer Existenz beruht. Besonders sind es Actinien, die mit Krebsen sich vergesellschaften und so merkwürdige Erscheinungen der Symbiose zu Stande bringen. Es gibt verschiedene Actinien, welche es lieben, sich auf Schneckengehäusen, die von Einsiedlerkrebsen bewohnt werden, niederzulassen, so z. B. *Actinia effoeta, A. parasitica.* Ein ganz konstantes Zusammenleben hat sich daraus für die *Adamsia palliata* mit dem *Pagurus Prideauxii* entwickelt, so sehr, dass der Pagurus, wenn er seine Wohnung wechselt, d. h. eine andere Schale bezieht, die Actinie mit seiner Scheere nimmt und sie auf sein neues Haus setzt. Die Actinie ist ganz an diese Lebensweise angepasst: sie besitzt zwei Fußlappen die sich um die Mündung der Schaale fest anlegen; sie scheint notwendiger an ihren Genossen gebunden zu sein als dieser an jene;

1) Vergl. Irmisch, Beiträge zur Biologie und Morphologie der Orchideen S. 59 (*Corallorrhiza*); Drude, Die Biologie von *Monotropa Hypopitys* und *Neottia.* Göttingen 1873 S. 27 (*Neottia*) S. 44 (*Monotropa*); Reinke, Zur Kenntniss des Rhizoms von *Corallorrhiza* und *Epipogon* S. 9 und 11.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wenigstens soll sie ohne den Krebs verloren sein, während dieses von letzterm nicht beobachtet worden ist. Während der Krebs die *Adamsia* herumträgt und durch sein Wühlen im Sand eine Menge kleiner Tiere in ihre Nähe fördert, tötet und fängt die *Adamsia* durch ihre Nesselkapseln dieselben und gibt wahrscheinlich dabei einen Teil ihrer Beute dem Genossen ab. Ein ähnliches Verhältniss bezüglich des Zusammenlebens des Krebses *Melia tessellata* Lat. mit der *Actinia prehensa* Möb. hat neuerdings Möbius[1]) beschrieben. Alle von ihm gesammelten Exemplare, männliche wie weibliche, tragen in jeder Scheere eine Actinie, die durch die Widerhaken an den Innenrändern der Scheerenglieder festgehalten wird. Als Möbius die Actinie, die nie ohne Verletzung aus den Scheeren herauszuziehen war, in Stücke schnitt, fand er nach wenigen Stunden alle wieder in den Scheeren des Krebses. Er sagt dann weiter: „es ist sehr wahrscheinlich, dass die Actinien durch die Fäden ihrer Nesselkapseln dem Krebs das Fangen von Beutetieren erleichtern, wofür die Actinien den Vorteil genießen, von einem Ort zum andern getragen und dadurch mit mehr Tieren, welche auch ihnen zur Nahrung dienen können, in Berührung gebracht zu werden."

Wie nun Pflanzen mit Tieren sehr mannigfaltige Verhältnisse der Symbiose mit einseitiger Anpassung bilden, andrerseits sowol Pflanzen wie Tiere unter einander solche mit gegenseitiger Anpassung zeigen, so gibt es auch gewisse Fälle, wo zwei Organismen, Vertreter beider Reiche, sich zu einem konstanten Zusammenleben gegenseitig angepasst haben. Der erste Fall, der bekannt worden ist, betrifft die Symbiose einer Alge mit einem Schwamm. Semper[2]) hat das Verhältniss zuerst beobachtet und näher geschildert. Es ist eine sehr verbreitete Erscheinung des Raumparasitismus, dass Algen sich an Schwämme ansiedeln, oder diese an jene. Die *Spongia cartilaginea* erhält ihre sehr bestimmte äußere Form wie innere Struktur durch das innige Zusammenleben der beiden in diesem Fall notwendig sich bedingenden Organismen. Der stark verästelte Schwammkörper ist nach allen Richtungen hin durchzogen von dicken durchscheinenden Fasern, die nach Semper die Struktur von Algenfäden haben, aber niemals Fruktifikationsorgane besitzen. Der formverändernde Einfluss der *Spongia* auf die Alge besteht in einer eigenartigen Verwachsung der Primäräste der Alge, während andrerseits diese in der Weise die *Spongia* beeinflusst, dass sie die Wachstumsrichtung ihrer Mäuler bestimmt. Leider ist die Biologie dieser beiden zusammenlebenden Organismen noch ganz unerforscht, welche Beziehungen zwischen ihnen walten, unbekannt.

---

1) K. Möbius, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seichellen. Berlin 1880. S. 174 Taf. XVI Fig. 19—22.

2) Semper, l. c. S. 176—181.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In neuester Zeit hat man auch zwischen andern Pflanzen und Tieren eine Symbiose entdeckt, die in sehr mannigfaltigen Formen auftritt und sehr verbreitet erscheint, und die vor allem in sehr vieler Hinsicht der merkwürdigen Vereinigung von Pilz und Alge behufs Bildung von Flechten entspricht. Diese Verhältnisse finden sich besonders bei jenen, als chlorophyllhaltig schon lange bekannten Tieren, einigen Infusorien, wie *Stentor*, *Paramecium*, der *Hydra viridis*, *Spongilla* etc.; ferner gewissen Radiolarien, welche sich durch den Besitz der „gelben Zellen" auszeichnen. Nachdem schon Cienkowski und Semper darauf hingewiesen hatten, dass die Chlorophyllkörper jener Tiere wahrscheinlich Schmarotzern angehören, hat Brandt[1]) durch seine Untersuchungen näher festgestellt, dass in diesen Fällen gewisse Algen mit Tieren vergesellschaftet leben. Nach Brandt bestehen die grünen Körper der Infusorien aus zarten kleinen einzelligen Organismen, die neben grün gefärbtem auch hyalines Protoplasma besitzen und einen Kern erkennen lassen; er bezeichnet sie als *Zoochlorella* und unterscheidet mehrere Arten. Ganz ähnlich sind die gelben Zellen der Radiolarien gebaut, nur dass an Stelle des grünen ein gelber Farbstoff getreten ist; sie werden als *Zooxanthella* beschrieben. Dass es wirklich Algenzellen sind, geht daraus hervor, dass die grünen resp. gelben Körper, aus den Tieren herausgequetscht und isolirt, sich weiter kultiviren lassen, selbst wochenlang am Leben bleiben und dass sie in diesem Zustand fähig sind, im Licht Kohlensäure zu zersetzen, wie es das Auftreten von Stärke in ihnen beweist. Die fernern Beobachtungen zeigen, dass diese von Algen bewohnten Tiere keine festen fremden Bestandteile aufnehmen; sowol die Radiolarien, wie die Spongillen lassen sich am besten in gut filtrirtem Wasser kultiviren; die letztern gingen regelmäßig zu Grunde, wenn man sie ins Dunkle brachte. Auch Patrick Gaddes[2]), der besonders die gelben Zellen der Radiolarien untersuchte, fand, dass dieselben im Körper der toten Tiere noch lange am Leben bleiben, dass ihre Teilung eine algenartige ist, dass sie stets Stärke enthalten und eine Zellwand aus Cellulose besitzen; der gelbe Farbstoff soll identisch mit dem Diatomin der kieselschaligen Bacillariaceen sein. Setzt man die Radiolarien dem Sonnenlicht aus, so scheiden sie ein sehr sauerstoffreiches (32—38 %) Gas aus; doch können sie direktes Sonnen-

1) K. Brandt, Ueber das Zusammenleben von Tieren and Algen. Sitzber. d. naturf. Freunde zu Berlin 15. Nov. 1881; Biol. Cbl., I. S. 524; Du Bois Reymond's Archiv, 1882, S. 125. Entz teilt im Biologischen Centralblatt I. S. 646 mit, dass er schon 1876 in einer Abhandlung in ungarischer Sprache auf die Algennatur der sog. Chlorophyllkörper mancher Infusorien aufmerksam gemacht und das Zusammenleben beider als ein analoges Verhältniss, wie es Algen und Pilze zeigen, bezeichnet hat.

2) Patrick Gaddes in einer Abhandlung der Royal Society of Edinburgh vorgelegt 14. Jan. 1882; Auszug im Naturforscher 1882 Nr. 10 S. 94—96.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

licht nicht lange ohne Schaden vertragen. Nach allen diesen Beobachtungen scheint es wol sicher, dass wir es hier wirklich mit einer eigenartigen Symbiose von Algen und niedern Tieren zu tun haben und dass Entz, Brandt etc. Recht haben, wenn sie dieselbe mit der Vereinigung von Algen und Pilzen vergleichen. So weit bis jetzt erforscht, finden sich bei den bestimmten Arten immer Alge und Tier zusammen; die Algen, vermöge des Chlorophylls organische Substanz bildend, versehen die Tiere mit Nährstoffen; die Tiere geben den Algen Schutz resp. wie Gaddes meint, auch stickstoffhaltige Substanzen. Die nähern Beziehungen beider Symbionten lassen sich bei der noch so unvollständigen Kenntniss nicht genauer erkennen; über das Zustandekommen der Symbiose in den einzelnen Fällen, über das gegenseitige Abhängigkeitsverhältniss, den Grad der gegenseitigen Anpassung, über alle diese und daran sich anschließende Fragen müssen erst die weitern Untersuchungen Licht verbreiten.

Die im letzten Abschnitt betrachteten Fälle der Symbiose sind wol die merkwürdigsten, die denkbar sind. Zwei ungleichartige im natürlichen System oft so weit von einander entfernte Organismen vereinigen sich, gleichsam um einen einzigen zu bilden. Das individuelle Moment in jedem Symbionten ist bis zu einem gewissen Grade aufgehoben, abgegeben für die Erhaltung eines Ganzen. Jeder Symbiont ist, um ein vollendeteres Individuum zu bilden, zu einem Organ des andern geworden, oft allerdings nicht in gleichem Verhältniss, sondern der eine mehr als der andre. Wir haben nun gesehen, wie diese Art der Symbiose nicht als etwas Unvermitteltes, Isolirtes unter den Beziehungen, die überhaupt zwischen ungleichartigen Organismen sich entfalten, auftritt, sondern nur als eine besonders ausgebildete Form einer überaus verbreiteten und mannigfach variirten Erscheinung sich darstellt, als die höchste Form, wie sie sich aus dem einfachen, teils raum- teils nahrungsparasitischen Zusammenleben allmählich entwickelt hat. Diese Bildung eines einheitlichen Organismus aus ursprünglich selbstständigen Organismen, die zu Organen geworden sind, wie sie uns in den ausgesprochenen Fällen der Symbiose mit gegenseitiger Anpassung entgegen tritt, findet ihren merkwürdigen Gegensatz in der Auflösung eines an und für sich einheitlichen Organismus in selbstständig gewordene Organe. Bei den Pflanzen und vielen niedern Tieren sind überhaupt die einzelnen Organe, d. h. die einem bestimmten physiologischen Zweck dienenden Gewebekörper verhältnissmäßig selbstständig; sie sind mehr oder minder individuell. Man kann eine Pflanze auffassen als eine Symbiose physiologisch ungleichartiger Organismen, und dabei ist die gegenseitige Anpassung derselben nicht immer in sehr hohem Grade entwickelt, denn sehr häufig sind dieselben, seien es Blätter oder Sprossachsen, ja selbst Wurzeln, noch fähig für sich eine selbstständige Pflanze zu bilden, wenn man sie isolirt, und doch spielen sie im Gesamthaushalt ihrer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vereinigung eine bestimmte Rolle. Die höchste Ausbildung der Individualisirung von Organen wird aber bei jenen eigenartigen Tieren, den Siphonophoren, erreicht, bei denen die einzelnen Organe, die Fang-, Schwimm-, Ernährungs-, Fortpflanzungsorgane, selbstständige von einander isolirte Tierformen darstellen, die aber durch ihr Zusammenleben und Zusammenwirken auf einer gemeinsamen Achse doch einen einheitlichen Organismus zu Stande bringen. Je höher man nun in der Reihe der Organismen hinaufsteigt, umsomehr tritt bei dem Zusammenleben der Organe der einheitliche Charakter ihrer Vereinigung hervor; um so inniger und um so mannigfaltiger werden aber dann die Beziehungen zwischen den selbstständigen gleichartigen Organismen, um so mehr entwickeln sich symbiotische Verhältnisse, die oft an die Fälle der Symbiose ungleichartiger Organismen erinnern und die alle darauf hinzielen, die Fortpflanzung, die Erhaltung der Art zu sichern. Jeder Embryo einer Pflanze, einmal durch das Zusammenwirken der beiden Geschlechter als ein neues Wesen gebildet, verhält sich der Mutterpflanze gegenüber wie ein Parasit; er lebt auf Kosten derselben, er entzieht ihr fort und fort die besten Nährstoffe; ja bei den sog. einjährigen Pflanzen, die in demselben Jahre keimen, blühen, Frucht tragen, sorgt nicht blos die Mutterpflanze durch stete Neubildung von Nahrungssubstanz für das Gedeihen des Embryo, sondern dieser zieht gegen Ende seiner Ausbildung aus allen Teilen der erstern alle nur irgendwie brauchbaren nahrunggebenden Materialien an sich; reif trennt er sich von der Mutterpflanze, die ausgesogen dem Tode verfällt. Aehnlich verhalten sich auch die Embryonen zahlloser Tiere; die der Säugetiere leben lange Zeit auf Kosten ihrer Mutter, in allen Tierklassen finden sich solche Beispiele; bei dem schwarzen Salamander entwickelt sich im Mutterleib von den vielen gebildeten Eiern nur ein junges Tier, das die andern Eier sämtlich aufzehrt. Oft geht auch bei Tieren das ganze Leben der Mutter für das Gedeihen der Embryonen auf. Bei manchen Gliedertieren, manchen Würmern fressen die Embryonen die Eingeweide ihrer Mutter auf, deren Haut zurückbleibt, um eine Zeitlang noch als Hülle zu dienen. Noch mannigfaltiger haben sich aber die Beziehungen zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht entwickelt. In manchen Fällen ist wahrer Parasitismus ausgebildet. Besonders bei gewissen Schmarotzerkrebsen ist das Männchen ganz und gar an das Leben des Weibchens gebunden; es lebt auf ihm und ernährt sich von ihm; bei den Bonellien sinken die Männchen zu nur befruchtenden Organen herab, sie leben gleichsam als Spermatophore in dem Scheidenteil des Weibchens. Eine Symbiose, bei der die beiden einander bedingenden Teile mehr gleichgestellt sind, findet bei manchen Würmern oft in sehr eigenartiger Weise statt. Bei dem *Monostomum bijugum*, einem Saugwurm der Vögel, leben von früher Jugend bis zum Tode stets zwei Individuen eng nebeneinander in den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Geschwülsten, die sie an der Haut ihrer Nährtiere erzeugen; noch viel inniger wird aber die Vereinigung bei dem merkwürdigen Doppeltier *Diplozoon paradoxum*: zwei Individuen, in früher Jugend frei und unabhängig von einander lebend, verschmelzen zu einem, und zwar nur mit der Mitte ihrer Leiber, während die beiden Köpfe und Schwänze frei bleiben. In den letztern Fällen sind es Zwitter, die hier wie bei so vielen andern Tieren und Pflanzen erst durch eine Kreuzbefruchtung fortpflanzungsfähig werden; bei dem *Syngamus trachealis*, einem Wurm, welcher in der Luftröhre von Hühnervögeln schmarotzt, sind es Männchen und Weibchen, die zuerst frei, später zu einem einheitlichen Organismus vollkommen verschmelzen. Bei den höher entwickelten Tieren bleiben die beiden Geschlechter frei und selbstständig einander gegenüber; indem sie sich aber zu einem gemeinsamen Leben vereinigen, um durch ihr Zusammenwirken für die Erzeugung und Fortbildung ihrer Jungen zu sorgen, entsteht die Familie, die je nach den Beziehungen der beiden Geschlechter zu einander wie je nach dem Verhältniss dieser zu den Jungen in so überaus mannigfaltigen Formen erscheint. Und die Familie bildet die Grundlage des tierischen Staats, der in seinen so verschiedenen Gestaltungen, wie er bei den hoch ausgebildeten Tieren resp. dem Menschen auftritt, die höchste Form der Symbiose von Organismen überhaupt darstellt.

Ueber wichtigere Lebenserscheinungen bei Actinien und verwandten Formen, sowie über einige diesen Tieren eigentümliche chemische Körper.

Die von den Gebrüdern Hertwig durchgeführte Untersuchung des Baues der Actinien, deren Ergebnisse mit dem bereits Bekannten in dem I. Hefte ihrer „Studien zur Blättertheorie“ (Jena 1879) zu einem übersichtlichen Gesamtbilde von ihnen zusammengefasst wurden, liefert eine ausreichend gesicherte anatomische Grundlage, auf der nun auch die vergleichende Physiologie weiter bauen kann. In der Tat liegt schon eine nicht geringe Anzahl wertvoller physiologischer Tatsachen vor, die teils auf ältere Untersucher zurückzuführen sind, teils erst in den letztverflossenen Jahren, und besonders durch Krukenberg, gewonnen wurden. In einer Reihe größerer und kleinerer Aufsätze [1]) berichtet der unermüdliche Forscher über seine interessanten Experimente und Analysen, und zwar sind es entweder die Actinien und die Coelenteraten allein, die ihn beschäftigen, oder

1) C. Fr. W. Krukenberg, Vergleichend-physiol. Studien. I. Reihe 1879—1881; II. Reihe, 1. u. 2. Abt. 1882.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Klebs Georg Albrecht

Artikel/Article: Ueber symbiose ungleichartiger Organismen 385-399